

RELAÇÃO DAS FORÇAS REATIVAS DO APOIO DURANTE O CAMINHAR E A ATIVIDADE FÍSICA EM MULHERES PÓS-MENOPÁUSICAS

João P.C. Fonseca¹, Ronaldo E.C.D. Gabriel², João Manuel R. S. Tavares³, Florbela R. Aragão⁴, Adriana S. Leite⁵, José Aurélio M. Faria⁶ e Maria Helena R. Moreira⁷

¹ Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Portugal; mebl1002@fe.up.pt

² Departamento de Ciências do Desporto, Exercício e Saúde, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Centro de Investigação e de Tecnologias Agroambientais e Biológicas (CITAB), Portugal; rgabriel@utad.pt

³ Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial, Departamento de Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Portugal; tavares@fe.up.pt

⁴ Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD), Portugal; faragao@utad.pt

⁵ Faculdade de Educação Física e Desporto, Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil; sousaleite@hotmail.com

⁶ Departamento de Ciências do Desporto, Universidade da Beira Interior, Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD), Portugal; afaria@ubi.pt

⁷ Departamento de Ciências do Desporto, Exercício e Saúde, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD), Portugal; hmoreira@utad.pt

PALAVRAS-CHAVE: *Locomoção Bípede, Autonomia Funcional, Plataforma de Força, Menopausa, Forças Reativas do Apoio, Atividade Física*

RESUMO: *A pós-menopausa é um estado inevitável da vida da mulher que se estende desde a instalação da amenorreia permanente. Nesta fase é importante a prática de atividade física para contrariar os efeitos negativos da menopausa. O objetivo deste estudo foi analisar o comportamento de algumas variáveis da força reativa do apoio, em função dos níveis de atividade física em mulheres pós-menopáusicas. A amostra incluiu 53 mulheres pós-menopáusicas, que foram avaliadas em termos de composição corporal/antropometria, atividade física e componentes biomecânicas do apoio. Os resultados sugerem que a TAFMV, a idade e o TM influenciam as FRA em mulheres pós-menopáusicas, devendo ser consideradas na prevenção de lesões músculo-esqueléticas e na prescrição de programas de exercício orientados para esta população.*

1 INTRODUÇÃO

Com o envelhecimento da população há cada vez mais mulheres em menopausa, sendo este um estado inevitável da sua vida. A pós-menopausa estende-se desde a instalação da amenorreia permanente e acompanha a mulher em mais de um terço da sua vida [1]. A depleção estrogénica e o envelhecimento geram uma redução da massa muscular dos membros inferiores,

limitando a mobilidade e a autonomia funcional da mulher [2], que nesta fase, tende a exibir níveis de atividade física considerados insuficientes para induzir melhorias de aptidão física e na saúde. As forças reativas do apoio (FRA) indicam a magnitude e a duração da carga que é aplicada sobre o sistema músculo-

esquelético, quando o pé está em contacto com o solo.

A associação entre os níveis de atividade física e o comportamento de variáveis biomecânicas durante a locomoção bípede tem sido documentada [3-5]. Também nas mulheres em pós-menopausa este tipo de associação foi evidenciado, nomeadamente sobre as respetivas influências na densidade mineral óssea [6-8]. Contudo, não existe evidência duma relação entre as forças reativas do apoio durante o caminhar e a atividade física. O estudo desta relação torna-se relevante para a prevenção do risco de lesões e na promoção de um estilo de vida mais salutogénico nesta fase do climatério. Neste contexto, o presente estudo analisou o comportamento de variáveis discretas da componente vertical e ântero-posterior das FRA durante o caminhar, em função dos níveis de atividade física em mulheres pós-menopáusicas.

2 METODOLOGIA

A amostra incluiu 53 mulheres pós-menopáusicas (Tab. 1), sem menopausa precoce [9] e com idades compreendidas entre os 48 e 69 anos ($59,86 \pm 4,52$ anos), sendo que todos os elementos da amostra integravam o projeto “Menopausa em Forma”, aprovado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (Ref. POCI/DES/59049/2004) e desenvolvido pela Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro [10]. O tempo médio de menopausa (TM) foi de $10,6 (\pm 6,21)$ anos e a maioria das mulheres documentou uma menopausa natural (83%) e o uso de terapia hormonal (56,6%).

Os dados das FRA foram recolhidos através da plataforma de forças Kistler 9281B (Kistler Instruments, Amherst, NY, USA), de acordo com o protocolo de 3 passos [11]. Todos os ensaios foram realizados com as participantes descalças.

Tabela 1: Análise descritiva dos parâmetros relacionados com a antropometria/composição corporal e com os níveis de atividade física da amostra (n=53). Tempo médio de atividade física moderada – vigorosa (TMAFMV). Passos por dia (NP).

Variáveis	Média \pm DP	Amplitude
Idade (anos)	$59,86 \pm 4,52$	48,43-69,49
Altura (cm)	$156,85 \pm 4,87$	146,50-169,30
Massa (, kg)	$65,72 \pm 9,37$	44,62-89,04
TMAFMV (min/dia)	$18,59 \pm 14,18$	0,50-56,00
NP (número)	$10111,83 \pm 2608,08$	5486,00-16684,50

Para além do tempo total de apoio, foram analisadas outras variáveis biomecânicas discretas (Fig. 1) da componente vertical (Fz1, Fz2 e Fz3; Fz2/Fz1; tempo até Fz1, Fz2 e Fz3; impulso vertical impulso até Fz1, Fz2, Fz3; taxa de incremento de Fz1; taxa de desincremento de Fz3) e da componente ântero-posterior (Fy1 e Fy2; tempos e impulsos de travagem e de aceleração), os valores foram normalizados em relação à massa corporal de cada participante de modo a permitir comparações entre vários grupos amostrais.

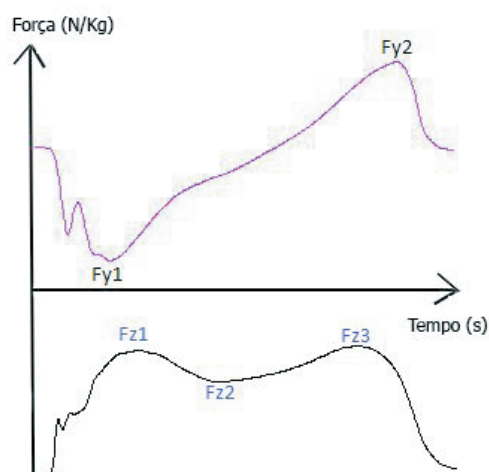


Fig.1: Gráficos com os comportamentos típicos das componentes vertical (Fz) e antero-posterior (Fy), durante o caminhar

A velocidade de caminhar foi indiretamente controlada através do tempo total de apoio [12, 13]. Especificamente, não foram considerados para análise os ensaios com um tempo total de apoio superior $\pm 5\%$ da média intra-individual. Não foram detetadas diferenças estatisticamente significativas entre as médias dos tempos totais de apoios dos grupos amostrais considerados.

A atividade física foi avaliada com o acelerómetro Actigraph GT1M (Actigraph, Pensacola, FL, USA) e envolveu 4 dias de recolha, incluindo dois dias de fim de semana. Foram examinados os tempos médios (min/dia) de atividade sedentária, leve e moderada-vigorosa (TAFMV). A associação das variáveis foi examinada através do coeficiente de correlação R de Pearson e foram desenvolvidos modelos de regressão *stepwise*. Os valores médios de algumas componentes das FRA foram avaliados e comparados em função da idade (≤ 59 anos e > 59 anos), do TM (≤ 10 anos e > 10 anos) e do TAFMV (≤ 14 min/semana e > 14 min./semana), recorrendo ao teste *t* para amostras independentes. Foi considerado um grau de significância estatística de 5%

3 RESULTADOS

Segundo a tabela 2 o TAFMV revelou-se um preditor ($p \leq 0,05$) independente do pico de magnitude Fz2 ($\beta = -0,29$), do pico máximo de travagem ($\beta = -0,32$) e do impulso até Fy1 ($\beta = -0,36$), explicando 10,9% da variação deste último (EPE=0,02 N.s/kg). O pico de magnitude Fz1 ($\beta = 0,34$), a taxa de incremento para o alcançar ($\beta = 0,28$), assim como o quociente de Fz2 com Fz1 ($\beta = -0,31$) sofreram uma influência significativa do TM. A comparação das médias destes parâmetros biomecânicos, em função dos valores de corte definidos para os seus preditores, não revelou diferenças com significado estatístico.

Tabela 2: Correlação da idade, das características da menopausa e a tempo de atividade física com alguns parâmetros biomecânicos das forças reativa ao apoio durante o caminhar

Variáveis Dependentes	Idade (anos)	TM (anos)	TAFMV (min/dia)
<i>Componente Vertical</i>			
Pico de magnitude Fz1(N/kg)	0,36**	0,34*	-0,07
Pico de magnitude Fz2(N/kg)	-0,01	-0,14	-0,29*
Quociente Fz2 com Fz1 (Fz2/Fz1)	-0,23	-0,31*	-0,15
Taxa de incremento até Fz1 (N/kg.s)	0,28*	0,28*	-0,02
<i>Componente Ântero-posterior</i>			
Pico máximo de travagem Fy1 (N/kg)	0,09	-0,09	-0,32*
Impulso até Fy1 (N.s/kg)	0,23	0,01	-0,36*

* $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$

4 DISCUSSÃO

Os resultados obtidos sugerem-nos que, na fase intermédia de apoio no ciclo do caminhar, a carga externa medida através de Fz2 tende a diminuir com o aumento do TAFMV, com eventuais vantagens na diminuição do risco de entorse do tornozelo [14, 15].

Considerando a convenção adoptada para expor os valores da componente ântero-posterior das FRA (o sentido positivo reporta-se ao sentido postero-anterior) todos os valores de Fy1 e do impulso até Fy1 são negativos, porque se enquadram num período de travagem em que a reacção do solo ao apoio à ântero-posterior. Assim sendo, podemos afirmar que o aumento da prática de exercício físico moderado a vigoroso aumenta também a intensidade do pico máximo de travagem e, concomitantemente, a intensidade do impulso até Fy, provocando uma diminuição da velocidade do centro de gravidade do corpo [16]. Ou seja, o aumento da prática de exercício físico moderado a vigoroso promove a execução de travagens mais intensas durante a fase de transferência do apoio do ciclo do caminhar. Com o envelhecimento, a velocidade do caminhar torna-se mais lenta e o comprimento dos

passos menor, devido a uma menor capacidade de coordenação e de força muscular [17-19]. Neste contexto, os resultados obtidos no nosso estudo sugerem que à medida que a idade avança há um aumento do pico de magnitude Fz1 e da sua taxa de incremento, exigindo ao executante uma maior capacidade de rapidamente suportar uma carga externa vertical mais intensa durante a fase de transferência do apoio do ciclo do caminhar. Esta situação poderá ser prejudicial se associada a um maior risco de lesões ou de quedas por carência de uma musculatura apropriada para absorver e suportar a carga aplicada. Especialmente, se considerarmos o natural envelhecimento associado ao aumento do tempo da menopausa.

Todas estas alterações do comportamento da carga externa vertical durante a fase de transferência do apoio do ciclo do caminhar, em associação com o TM concorrem para uma alteração do padrão de locomoção, biomecanicamente exteriorizada através da diminuição do rácio de Fz2 com Fz1 com o aumento do TM.

Os resultados sugerem que a TAFMV, a idade e o TM influenciam as FRA em mulheres pós-menopáusicas, devendo ser consideradas na prevenção de lesões músculo-esqueléticas e na prescrição de programas de exercício orientados para esta população.

5 CONCLUSÕES

No nosso estudo podemos constatar que o envelhecimento e o tempo de exposição à depleção estrogénica têm um efeito significativo sobre as forças a que o corpo está submetido. Isto poderá ser o resultado da perda de massa muscular e ou de outras alterações a que as mulheres são alvo nesta fase do climatério e que concorrem para um maior risco de lesões músculo-esqueléticas. A atividade sedentária moderada-vigorosa (AFMV) influencia o comportamento das componentes biomecânicas das FRA, impondo uma maior robustez ao sistema

músculo-esquelético para suportar, dum modo mais célere, cargas externas mais intensas.

Consequentemente, torna-se indispensável considerar as alterações introduzidas pela prática de AFMV nas forças reativas do apoio, na implementação de medidas e de programas de exercício que objectivem a atenuação os efeitos negativos da menopausa e do envelhecimento.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é financiado por Fundos FEDER através do Programa Operacional Fatores de Competitividade - COMPETE e por Fundos Nacionais através da FCT - Fundação para a Ciência e a Tecnologia no âmbito do projeto FCOMP-01-0124-FEDER-022692.

REFERÊNCIAS

- [1] L.D. M. Birkhauser, S. Sherman, N. Santoro N., The menopause and aging, in: L. National Heart, and Blood Institute, NIH Office of Research on Women's Health and Giovanni Lorenzini Medical Science Foundation, (Ed.) International Position Paper on Women's Health and Menopause: A Comprehensive Approach, U.S. Department of Human Health and Human Services, USA, 2002, pp. 23-42.
- [2] N. Stergiou, G. Giakas, J.E. Byrne, V. Pomeroy, *Clinical Biomechanics*, 17 (2002) 615-617.
- [3] M.C. Saad, L.R. Felício, C.d.L. Masullo, R.F. Liporaci, D. Bevilaqua-Grossi, *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 21 (2011) 712-718.
- [4] T. Jämsä, A. Vainionpää, R. Korpelainen, E. Vihriälä, J. Leppäluoto, *Clinical Biomechanics*, 21 (2006) 1-7.
- [5] M.D. Hoffman, H.E. Donaghe, *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 92 (2011) 960-966.
- [6] A. Vainionpää, R. Korpelainen, E. Vihriälä, A. Rinta-Paavola, J. Leppäluoto, T. Jämsä, *Osteoporos Int*, 17 (2006) 455-463.
- [7] E.J. Bassey, S.J. Ramsdale, *Bone*, 16 (1995) 469-476.
- [8] E.A. Marques, F. Wanderley, L. Machado, F. Sousa, J.L. Viana, D. Moreira-Gonçalves, P. Moreira, J. Mota, J. Carvalho, *Experimental Gerontology*, 46 (2011) 524-532.
- [9] L.T. Shuster, D.J. Rhodes, B.S. Gostout, B.R. Grossardt, W.A. Rocca, *Maturitas*, 65 (2010) 161-166.
- [10] H. Moreira, *Influência do Exercício Físico no Risco Cardiovascular e na Aptidão Física e Funcional de Mulheres Pós-Menopáusicas*, in: F.p.a.C.e. Tecnologia (Ed.), Vila Real, 2004.
- [11] S.A. Bus, A. de Lange, *Clinical biomechanics* (Bristol, Avon), 20 (2005) 892-899.
- [12] A.N. Lay, C.J. Hass, R.J. Gregor, *Journal of Biomechanics*, 39 (2006) 1621-1628.

- [13] R.C. Gabriel, J. Abrantes, K. Granata, J. Bulas-Cruz, P. Melo-Pinto, V. Filipe, Physical therapy in sport : official journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine, 9 (2008) 16-24.
- [14] P.A.F.H. Renström, S.A. Lynch, Revista Brasileira de Medicina do Esporte, 5 (1999) 13-23.
- [15] V.H. Chuter, X.A.K. Janse de Jonge, Gait & Posture, 36 (2012) 7-15.
- [16] D.A. Winter, The biomechanics and motor control of human gait: normal, elderly and pathological, University of Waterloo Press, 1991.
- [17] E. Watelain, F. Barbier, P. Allard, A. Thevenon, J.-C. Angué, Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 81 (2000) 579-586.
- [18] L. Larsson, G. Grimby, J. Karlsson, Journal of applied physiology: respiratory, environmental and exercise physiology, 46 (1979) 451-456.
- [19] B.M. Nigg, V. Fisher, J.L. Ronsky, Gait & Posture, 2 (1994) 213-220.